

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-336653

(43)Date of publication of application : 26.11.2002

(51)Int.Cl.

B01D 53/86
 A61L 9/00
 A61L 9/22
 B01J 19/08
 B01J 23/889
 C07D319/24
 H05H 1/48

(21)Application number : 2001-150586

(71)Applicant : DAIKIN IND LTD

(22)Date of filing : 21.05.2001

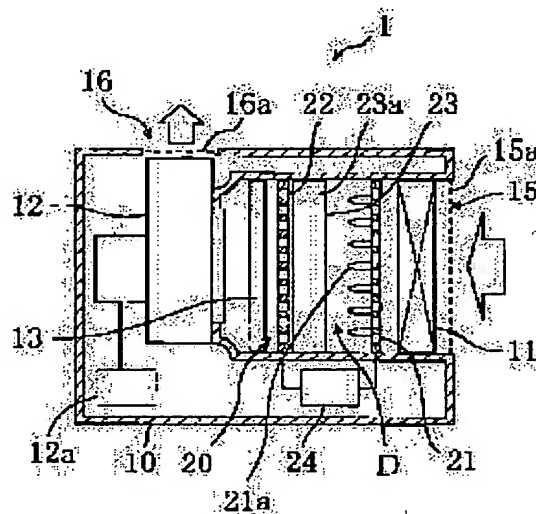
(72)Inventor : KAGAWA KENKICHI
 TANAKA TOSHIO
 MOGI KANJI

(54) PLASMA CATALYTIC REACTOR, AIR CLEANING APPARATUS, NITROGEN OXIDE CLEANING APPARATUS, WASTE COMBUSTION GAS CLEANING APPARATUS, DIOXINE DECOMPOSING APPARATUS AND FLUOROCARBON GAS DECOMPOSING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve reaction activity in the presence of a catalyst in a plasma catalytic reactor (20) in which a chemical reaction is accelerated by combining a low temperature plasma with the catalyst.

SOLUTION: An active species generated from the low temperature plasma is utilized for the chemical reaction on the catalyst by using as a catalytic material a mixture or a multiple oxide of manganese oxide with at least one kind of oxide of iron, cerium, europium, lanthanum and copper.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application
 converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開2002-336653

(P2002-336653A)

(43)公開日 平成14年11月26日(2002.11.26)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース(参考)
B 0 1 D 53/86		A 6 1 L 9/00	C 4 C 0 8 0
A 6 1 L 9/00		9/22	4 D 0 4 8
9/22		B 0 1 J 19/08	E 4 G 0 6 9
B 0 1 J 19/08		C 0 7 D 319/24	4 G 0 7 5
73/889		H 0 5 H 1/48	

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2001-150586(P2001-150586)	(71)出願人	000007853 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
(22)出願日	平成13年5月21日(2001.5.21)	(72)発明者	香川 謙吉 大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業 株式会社堺製作所金岡工場内
		(72)発明者	田中 利夫 大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業 株式会社堺製作所金岡工場内
		(74)代理人	10007/931 弁理士 前田 弘 (外7名)

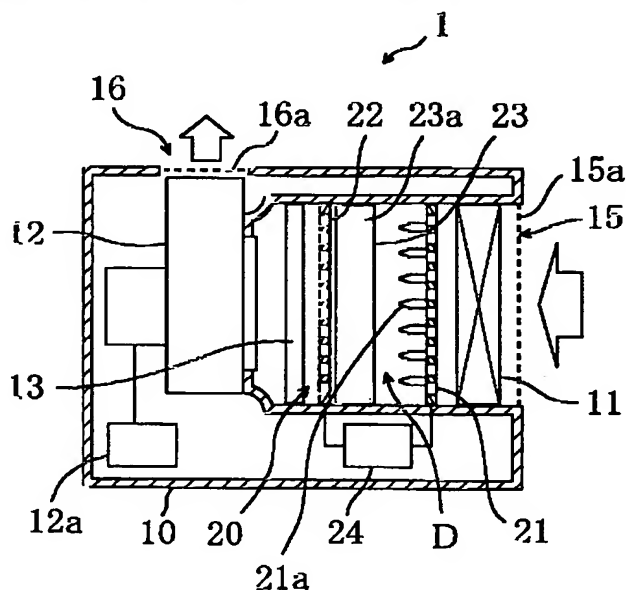
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ触媒反応器、空気浄化装置、窒素酸化物浄化装置、燃焼排ガス浄化装置、ダイオキシン分解装置、及びフロンガス分解装置

(57) 【要約】

【課題】 低温プラズマと触媒とを組み合わせることで化学反応を促進するプラズマ触媒反応器(20)において、触媒の存在下での反応活性をより高めるようにする。

【解決手段】 触媒物質として、マンガン酸化物と、鉄、セリウム、ユーロピウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物との混合物または複合酸化物とを用いることで、低温プラズマにより発生する活性種を触媒上での化学反応に有効に利用する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理流体の流通空間で放電により低温プラズマを発生させる放電手段(21,22)と、該放電手段(21,22)における放電場(D)中または放電場(D)の下流側に配置された触媒手段(23)とを備えたプラズマ触媒反応器であって、

上記触媒手段(23)は、触媒物質として、マンガ酸化物と、鉄、セリウム、ユーロビウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物との混合物または複合酸化物を含有していることを特徴とするプラズマ触媒反応器。

【請求項2】 触媒手段(23)は、触媒物質中のマンガ酸化物の組成比が20%～50%であることを特徴とする請求項1記載のプラズマ触媒反応器。

【請求項3】 触媒手段(23)が、触媒物質として、酸化数の異なる複数種類のマンガ酸化物を含んでいることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマ触媒反応器。

【請求項4】 放電手段(21,22)が、ストリーマ放電、パルスコロナ放電、コロナ放電、沿面放電、無声放電、部分放電、またはグロー放電により、低温プラズマを発生させるように構成されていることを特徴とする請求項1、2または3記載のプラズマ触媒反応器。

【請求項5】 放電手段(21,22)の放電場(D)中または放電場(D)の下流側には、被処理流体に含有される被処理成分を吸着する吸着手段(23)が触媒手段(23)とともに配置されていることを特徴とする請求項1、2、3または4記載のプラズマ触媒反応器。

【請求項6】 請求項1、2、3、4または5記載のプラズマ触媒反応器(20)と、
該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)とを備え、

上記ケーシング(10)内に被処理空気を導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及び触媒手段(23)を通過させることにより、該被処理空気中の臭気成分または有害成分を処理するように構成されていることを特徴とする空気浄化装置。

【請求項7】 請求項1、2、3、4または5記載のプラズマ触媒反応器(20)と、
該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)とを備え、

上記ケーシング(10)内に被処理ガスを導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及び触媒手段(23)を通過させることにより、該被処理ガス中の窒素酸化物を処理するように構成されていることを特徴とする窒素酸化物浄化装置。

【請求項8】 請求項1、2、3、4または5記載のプラズマ触媒反応器(20)と、
該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)とを備え、

上記ケーシング(10)内に燃焼排ガスを導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及び触媒手段(23)を通過させることにより、該燃焼排ガス中の窒素酸化物を処理するとともに、未燃燃料及びハイドロカーบอนを処理するように構成されていることを特徴とする燃焼排ガス浄化装置。

【請求項9】 請求項1、2、3、4または5記載のプラズマ触媒反応器(20)と、
該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)とを備え、

上記ケーシング(10)内に燃焼排ガスを導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及び触媒手段(23)を通過させることにより、該燃焼排ガス中のダイオキシンを処理するように構成されていることを特徴とするダイオキシン分解装置。

【請求項10】 請求項1、2、3、4または5記載のプラズマ触媒反応器(20)と、
該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)とを備え、

上記ケーシング(10)内にフロンガスを導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及び触媒手段(23)を通過させることにより、該フロンガスを分解するように構成されていることを特徴とするフロンガス分解装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、放電により生成される低温プラズマと触媒とを組み合わせる被処理流体の化学反応を促進するプラズマ触媒反応器と、このプラズマ触媒反応器を用いた空気浄化装置、窒素酸化物浄化装置、燃焼排ガス浄化装置、ダイオキシン分解装置、及びフロンガス分解装置に関し、特に、プラズマ触媒反応器に用いる触媒の組成に係るものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、例えば空気浄化などの被処理流体の処理を行うに際して、化学反応を促進するために様々な触媒が用いられている。触媒を用いた処理としては、まず、加熱により触媒を活性化させる熱触媒法がある。この方法においては、一般に白金などの貴金属系触媒を使用して、空気中の被処理成分の酸化反応を促進するようにしている。この方法は、下記の光触媒やオゾンガスを用いる方法よりも化学反応を促進する能力が優れているが、一般に触媒を300℃以上の高温に加熱して使用する(ただし、この温度は酸化させる反応物によって異なる)必要があるため、比較的ランニングコストが高い欠点がある。

【0003】次に、光触媒を用いて化学反応を促進する光触媒法も知られている。この方法は常温の反応であるため、空気浄化装置などには搭載しやすいものの、光触媒を十分に活性化するために必要な紫外線ランプの寿命が短いため、この紫外線ランプを定期的(例えば数カ月毎)に交換しなければ運転を長期にわたって継続するこ

とができず、その交換に伴って多大の労力や費用を要する。さらに、光触媒法は、熱触媒法に比べると一般に化学反応を進行させる能力が劣る欠点もある。

【0004】また、化学反応を促進する方法としては、上記の他にオゾンガスを用いるオゾン法も知られている。この方法も常温の反応であるが、オゾンガスを発生させる装置が必要であるのに加えて、オゾンガスの有害性のために残余オゾンガスを酸素に分解する装置も必要である。このため、オゾン法の場合は、装置構成が複雑になりがちであり、十分な安全対策も必要である。また、このオゾン法も、熱触媒法に比べると、やはり化学反応を促進させる能力が劣る欠点がある。

【0005】一方、化学反応を促進する他の方法としては、放電により生成したプラズマと触媒とを組み合わせる処理を行うプラズマ触媒法がある。この方法では、従来より、放電によりプラズマを生成する際の熱、光、オゾンなどを利用して触媒を活性化させ、化学反応を促進するようにしている。そして、特に低温プラズマを利用する場合は、高速電子と低速イオンが生成され、高速電子のエネルギーが10eV以上（温度換算で10万℃以上）であるのに対し、イオンが低速であるために反応空間の熱力学的温度がほとんど上昇しないので、熱触媒法と比べてランニングコストを抑えられる。また、この方法は、光触媒法やオゾン法と比べると、触媒の活性を大幅に高められるために化学反応を促進させる能力も高い。

【0006】このプラズマ触媒法として、例えば特開平8-266854号公報には、臭気成分または有害成分を無臭化または無害化して空気を浄化する技術が記載されている。この公報に記載の技術では、オゾンを経験と活性酸素に分解する特性を有するマンガン系触媒、熱により活性化する白金触媒、光により活性化する酸化チタン触媒などを用い、放電によりプラズマを生成する際に発生するオゾン、熱、及び光を利用するようにしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記公報のプラズマ触媒法では、プラズマを生成する際のオゾン、熱、光しか利用されておらず、放電によりプラズマを生成する際に、オゾン、熱、光とともに発生する種々の活性種（例えば、ヒドロキシラジカル、励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子など）は利用されていない。これら活性種を有効に利用すれば被処理流体の反応を促進することができると考えられるが、上記従来のプラズマ触媒法ではこれら活性種を何ら利用していないので、被処理流体の反応性を十分に高めることができていない。

【0008】本発明は、このような問題点を鑑みて創案されたものであり、その目的とするところは、低温プラズマと触媒とを組み合わせる化学反応を促進するプラズマ触媒反応器において、反応活性をより高めて反応器の

処理能力を高めるようにすることである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、プラズマ触媒反応器(20)に用いる触媒の成分を特定し、プラズマにより発生する種々の活性種を被処理流体の処理に有効に利用することにより、ガス処理などの際の反応を促進できるようにしたものである。

【0010】具体的に、本発明が講じた第1の解決手段は、被処理流体の流通空間で放電により低温プラズマを発生させる放電手段(21,22)と、該放電手段(21,22)における放電場(D)中または放電場(D)の下流側に配置された触媒手段(23)とを備えたプラズマ触媒反応器(20)を前提としている。そして、このプラズマ触媒反応器(20)は、上記触媒手段(23)が、触媒物質として、マンガン酸化物（以下、Mn酸化物という）と、鉄、セリウム、ユーロピウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物（以下、特定酸化物という）との混合物または複合酸化物を含有していることを特徴としている。

【0011】この第1の解決手段において、放電手段(21,22)により形成される放電場(D)を被処理流体が通過すると、低温プラズマが生成される。この低温プラズマにより種々の活性種が生成され、これら活性種には、オゾンなどの他、ヒドロキシラジカルなどのラジカルや、励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子などが含まれている。そして、これらの各種の活性種は、触媒的作用により高活性状態で有害成分や臭気成分と効率よく反応して、これらの物質を分解除去する。

【0012】より具体的には、触媒に含まれているMn酸化物は、放電により発生するオゾンを経験と活性酸素に分解する。この活性酸素は、被処理流体の有害成分や臭気成分を酸化して無害成分や無臭成分に分解する。また、オゾンの分解により得られた活性酸素を始め、低温プラズマ状のガスに含まれているヒドロキシラジカルなどのラジカルや、励起酸素分子（活性酸素）、励起窒素分子、励起水分子などの各種活性種は、触媒手段(23)に含まれる上記の特定酸化物の表面や、Mn酸化物と特定酸化物の界面にラジカルや励起状態のまま吸着される。このため、触媒の表面には活性の高い活性種が活性基として多く存在することになり、被処理流体中の有害成分や臭気成分が従来の触媒を使用する場合よりも高速に分解される。

【0013】また、本発明が講じた第2の解決手段は、上記第1の解決手段に係るプラズマ触媒反応器(20)において、触媒手段(23)が、触媒物質中のマンガン酸化物の組成比を20%～50%としたものであることを特徴としている。この場合、触媒物質中で上記特定酸化物がMn酸化物の残りを占めるので、その組成比は80%～50%になる。

【0014】この第2の解決手段においては、触媒物質中、Mn酸化物の組成比を20%～50%に設定してい

るので、Mn酸化物と特定酸化物とが分散して微細化し、触媒の比表面積が増大する。その結果、Mn酸化物と特定酸化物の界面が増えるため、触媒がより多くの活性種を吸着し、活性がさらに向上する。

【0015】また、本発明が講じた第3の解決手段は、上記第1または第2の解決手段に係るプラズマ触媒反応器(20)において、触媒手段(23)が、触媒物質として、例えばMnO₂やMn₂O₃などの酸化数の異なる複数種類のマンガン酸化物を含んでいることを特徴としている。

【0016】この第3の解決手段においては、触媒が酸化数の違うMn酸化物を含むようにしているので、Mn酸化物が1種類である場合と比較して、被処理流体の処理反応の際にさらに多種の活性種を吸着して反応に供することができることとなる。

【0017】また、本発明が講じた第4の解決手段は、上記第1、第2または第3の解決手段に係るプラズマ触媒反応器(20)において、放電手段(21,22)が、ストリーマ放電、パルスコロナ放電、コロナ放電、沿面放電、無声放電、部分放電、またはグロー放電により、低温プラズマを発生させるように構成されていることを特徴としている。これらの放電を起こすための電源には、放電方式に応じて、直流、交流、パルスなどの各種の高圧電源を用いることができる。

【0018】この第4の解決手段においては、放電手段(21,22)において各種の放電が起こることによって低温プラズマが生成され、そのガス中に含まれる種々の活性種が上記触媒の存在下で被処理流体の化学反応を促進するのに用いられる。

【0019】また、本発明が講じた第5の解決手段は、上記第1、第2、第3または第4の解決手段に係るプラズマ触媒反応器(20)において、放電手段(21,22)の放電場(D)中または放電場(D)の下流側に、被処理流体に含有される被処理成分を吸着する吸着手段(23)が触媒手段(23)とともに配置されていることを特徴としている。

【0020】この第5の解決手段においては、被処理流体の含有する被処理成分が吸着手段(23)に吸着されるため、低温プラズマ状のガスに含まれる活性種は、触媒の存在下で、被処理流体に含まれて浮遊している被処理成分とともに、吸着手段(23)に吸着されている被処理成分にも作用して、これらの成分を分解除去する。つまり、放電場(D)で生成される種々の活性種は、被処理流体の中で浮遊する被処理成分だけでなく、吸着手段(23)に吸着された被処理成分にも作用する。

【0021】また、本発明が講じた第6の解決手段は、上記第1、第2、第3、第4または第5の解決手段に係るプラズマ触媒反応器(20)を用いた空気浄化装置(脱臭機や空気清浄機)(1)に関するものである。この空気浄化装置(1)は、該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)を備え、このケーシング(10)内に被処理空気を導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及

び触媒手段(23)を通過させることにより、該被処理空気中の臭気成分または有害成分を処理するように構成されていることを特徴としている。

【0022】この第6の解決手段では、被処理空気中の臭気成分または有害成分を低温プラズマと触媒手段(23)とにより酸化分解などの処理をすることにより、被処理空気が浄化される。

【0023】また、本発明が講じた第7の解決手段は、上記第1、第2、第3、第4または第5の解決手段に係るプラズマ触媒反応器(20)を用いた窒素酸化物浄化装置(2)に関するものである。この窒素酸化物浄化装置(2)は、該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)を備え、このケーシング(10)内に被処理ガスを導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及び触媒手段(23)を通過させることにより、該被処理ガス中の窒素酸化物を処理するように構成されていることを特徴としている。

【0024】この第7の解決手段では、非処理ガス中の窒素酸化物を低温プラズマと触媒手段(23)とにより還元分解などの処理をすることにより、被処理ガスが浄化される。

【0025】また、本発明が講じた第8の解決手段は、上記第1、第2、第3、第4または第5の解決手段に係るプラズマ触媒反応器(20)を用いた燃焼排ガス浄化装置(3)に関するものである。この燃焼排ガス浄化装置(3)は、該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)を備え、このケーシング(10)内に燃焼排ガスを導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及び触媒手段(23)を通過させることにより、該燃焼排ガス中の窒素酸化物を処理するとともに、未燃燃料及びハイドロカーบอนを処理するように構成されていることを特徴としている。

【0026】この第8の解決手段では、低温プラズマと触媒手段(23)を併用して、燃焼排ガス中の窒素酸化物を還元分解などにより処理するとともに未燃燃料及びハイドロカーบอนを酸化分解などにより処理することで、燃焼排ガスが浄化される。

【0027】また、本発明が講じた第9の解決手段は、上記第1、第2、第3、第4または第5の解決手段に係るプラズマ触媒反応器(20)を用いたダイオキシン分解装置(4)に関するものである。このダイオキシン分解装置(4)は、該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)を備え、このケーシング(10)内に燃焼排ガスを導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及び触媒手段(23)を通過させることにより、該燃焼排ガス中のダイオキシンを処理するように構成されていることを特徴としている。

【0028】この第9の解決手段では、燃焼排ガス中のダイオキシンを低温プラズマと触媒手段(23)とにより酸化分解などの処理をすることにより、燃焼排ガスが浄化

される。

【0029】また、本発明が講じた第10の解決手段は、上記第1、第2、第3、第4または第5の解決手段に係るプラズマ触媒反応器(20)を用いたフロンガス分解装置(5)に関するものである。このフロンガス分解装置(5)は、該プラズマ触媒反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)を備え、このケーシング(10)内にフロンガスを導入して放電手段(21,22)の放電場(D)及び触媒手段(23)を通過させることにより、該フロンガスを分解するように構成されていることを特徴としている。

【0030】この第10の解決手段では、低温プラズマと触媒手段(23)とを併用することにより、フロンガスを確実に分解処理することができる。

【0031】

【発明の効果】上記第1の解決手段によれば、触媒物質を特定したことで、低温プラズマにより発生する種々の活性種が空気浄化などの被処理流体の処理を行う際に有効に利用され、その際の化学反応を飛躍的に促進することができる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力を高めることができるようになる。また、このように処理能力を高められることから、反応器(20)を小型化することも可能となる。

【0032】上記第2の解決手段によれば、触媒物質中、Mn酸化物の組成比を20%～50%に設定して触媒の比表面積を大きくすることにより、触媒がより多くの活性種を吸着するようにしているので、被処理流体を処理する際の化学反応をさらに促進できる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力をより高めることが可能となる。

【0033】また、上記第3の解決手段によれば、触媒に酸化数の違うMn酸化物を含ませることで、被処理流体の処理の際により多くの種類の活性種を利用できるようにしているので、反応をさらに促進することが可能となる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力をいっそう高めることができる。

【0034】また、上記第4の解決手段によれば、ストリーマ放電、パルスコロナ放電、コロナ放電、沿面放電、無声放電、部分放電、またはグロー放電を起こす放電手段(21,22)を用いて低温プラズマを発生させ、そのガスに含まれる種々の活性種を利用して被処理流体の化学反応を促進するようにしているので、種々の放電方式のプラズマ触媒反応器(20)を実用化できる。

【0035】また、上記第5の解決手段によれば、被処理流体の被処理成分を吸着する吸着手段(23)を触媒手段(23)とともに放電場(D)中または放電場(D)の下流側に配置して、被処理流体の含有する被処理成分を吸着手段(23)で吸着するようにしているので、低温プラズマ状のガスに含まれる活性種が、被処理流体の中で浮遊する被処理成分だけでなく、吸着手段(23)に吸着された被処理成分も確実に分解処理する。したがって、プラズマ触媒

反応器(23)の処理性能をより高めることができる。また、このように被処理成分を吸着手段(23)で捕捉して分解できるようにすると、放電時間を短くしても処理性能が低下しないようにすることもできるので、省エネ性を高めることも可能である。

【0036】また、上記第6～第10の解決手段によれば、低温プラズマと触媒手段(23)とを併用して被処理流体を処理する各種の装置において触媒の構成を上記Mn酸化物と特定酸化物に特定したことにより、放電により発生する活性種を有効に利用できるので、それぞれ、空気浄化装置(1)、窒素酸化物浄化装置(2)、燃焼排ガス浄化装置(3)、ダイオキシン分解装置(4)、及びフロンガス分解装置(5)などの処理能力を高めることができる。

【0037】

【発明の実施の形態1】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0038】この実施形態は、被処理空気中の臭気成分または有害成分を酸化分解により処理して空気を浄化する空気浄化装置(1)に関するものである。図1は、この空気浄化装置(1)の概略構成を示している。

【0039】図示するように、この空気浄化装置(1)はケーシング(10)内に各機能部品が収納された構成であり、機能部品として、集塵フィルタ(11)と遠心ファン(12)とプラズマ触媒反応器(20)とがケーシング(10)内に収納されている。なお、図1に符号(13)で示しているのは、プラズマ反応器(20)での放電により発生するオゾン分解するためのオゾン分解触媒である。

【0040】ケーシング(10)の一つの側面(図の右側の側面)には、ケーシング(10)内に空気を吸い込むための空気吸込口(15)が形成され、上面には浄化空気を吹き出すための空気吹出口(16)が形成されている。空気吸込口(15)には吸込グリル(15a)が設けられ、空気吹出口(16)には吹出グリル(16a)が設けられている。また、空気吸込口(15)には、吸込グリル(15a)の内側に上記集塵フィルタ(11)を配置して、吸込空気中に含まれる塵埃を捕集するようにしている。

【0041】空気吹出口(16)は、ケーシング(10)の上面において、空気吸込口(15)とは反対側の縁部(図1の左側の縁部)に形成されている。そして、この空気吹出口(16)に対応して、上記遠心ファン(12)がケーシング(10)内に設けられている。この遠心ファン(12)には、ファン用電源(12a)が接続されている。以上の構成において、ケーシング(10)の内部は、空気吸込口(15)と空気吹出口(16)の間が被処理空気の流通空間となっている。そして、遠心ファン(12)を起動すると、被処理空気が空気吸込口(15)の吸込グリル(15a)及び集塵フィルタ(11)を通してケーシング(10)内に吸い込まれる。被処理空気は、下記に詳述する反応器(20)での処理後に、空気吹出口(16)の吹出グリル(16a)からケーシング(10)の外に吹き出

される。

【0042】図2はプラズマ反応器(20)の概略構成を示す断面図、図3は斜視図である。このプラズマ反応器(20)は、低温プラズマを発生させるための放電手段としての放電電極(21)及び対向電極(22)と、これらの電極(21, 22)の間で対向電極(22)に近接して配置された処理部材(23)とを備えている。つまり、処理部材(23)は放電場(D)中に配置されている。

【0043】この処理部材(23)は、空気の流れ方向に沿って貫通する多数の小孔(23b)を有するハニカム形状の基材(23a)から構成され、その表面に触媒物質を担持している。具体的に、この処理部材(23)は、触媒物質として、マンガン酸化物と、鉄、セリウム、ユーロピウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物(以下、特定酸化物という)との混合物または複合酸化物を含有している。そして、処理部材(23)は、触媒物質中のMn酸化物の組成比が20%~50%で、特定酸化物の組成比が残りの80%~50%になるように設定されている。また、触媒物質には、 MnO_2 、 Mn_2O_3 など、酸化数の違う複数種類のマンガン酸化物が含まれている。

【0044】この実施形態の触媒は、具体的にはマンガン、鉄、セリウムからなるもので、以下のようにして調製した。つまり、まずマンガン化合物として硝酸マンガン六水和物の水溶液を用意し、これにセリウム化合物としての硝酸セリウム六水和物を加え、さらに鉄化合物として硝酸鉄九水和物を加えてA液とした。一方、沈殿試薬として、アルカリ化合物が水に溶かされてなるB液を作製した。そして、B液を攪拌しながらA液を流し込むことにより、共沈物を生成させた。その後、1時間の熱成を行い、上記共沈物を洗浄して乾燥させ、空気中で500℃の温度で5時間に亘り焼成することで、マンガン、鉄、セリウムからなる触媒を得て、これをハニカム状の処理部材(23)に使用した。

【0045】上記処理部材(23)は、基材(23a)の表面に、上記触媒物質とともに吸着剤も担持している。吸着剤は、被処理空気中に含まれる臭気物質や有害物質などの被処理成分を吸着するものであり、例えば活性炭やゼオライトなどが用いられる。なお、吸着剤には、多孔質セラミックス、活性炭繊維、モルデナイト、フェリエライト、シリカライトなどを使用してもよく、これらのうちの少なくとも1種を用いるとよい。

【0046】以上のように、処理部材(23)は触媒物質と吸着剤とを有しているため、本実施形態において、該処理部材(23)は、被処理空気を浄化する際の処理を促進する触媒手段であるとともに、被処理空気中含有される被処理成分を吸着する吸着手段でもある。

【0047】上記放電電極(21)は、電極板(21b)と、この電極板(21b)にほぼ直交するように固定された複数の針電極(21a)とから構成されている。電極板(21b)は、

メッシュ材やパンチングメタルなどからなり、その面直角方向に空気が通過する多数の開口部(21c)を有している。また、対向電極(22)にもメッシュ材やパンチングメタルなどのように面直角方向に空気が通過する多数の開口部(22a)を有する電極板が用いられている。そして、放電電極(21)は、電極板(21b)が対向電極(22)とほぼ平行で、針電極(21a)が対向電極(22)とほぼ直角になるように配置されている。

【0048】両電極(21, 22)には、直流の高圧電源(電源手段)(24)が接続されており、放電電極(21)と対向電極(22)の間でストリーマ放電が生じるようにしている。このストリーマ放電により、放電場(D)には低温プラズマ状のガスが発生する。このガスには、活性種として、高速電子、イオン、オゾン、ヒドロキシラジカルなどのラジカルや、その他励起分子(励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子など)が含まれる。

【0049】ストリーマ放電は、放電電極(21)の先端から対向電極(22)まで微小アークが連続することにより、発光を伴ったプラズマ柱として形成され、微小アークは、放電電極(21)と対向電極(21)の間において、等電位面の間隔が狭いところで連なって進展する。本実施形態では、針電極(21a)の先端を 60° (または $30^\circ \sim 90^\circ$)の削り角(θ)で削ったものとし、最先端は半径Rが0.5mmの球面形状として僅かな丸みを有するものとしている(図13参照)。そして、放電電極(21)の先端角度(θ)を上記の角度に特定しているため、微小アークが広範囲に広がりながら進展しやすくなり、ストリーマ放電が広範囲で生じる。つまり、この場合のストリーマ放電は、放電電極(21)から対向電極(22)に向かってフレア状に広がった領域で発生する。このため、直流高電圧を用いたストリーマ放電において、各針電極(21a)についての放電領域が広がるので、針電極(21a)の本数を比較的少なくしてもプラズマ発生領域を広げられる。

【0050】一運転動作一

次に、この空気浄化装置(1)の運転動作について説明する。

【0051】この空気浄化装置(1)の運転を開始し、遠心ファン(12)が起動すると、まず、空気吸込口(15)から被処理空気が吸い込まれて、この空気に含まれる塵埃が集塵フィルタ(11)によって捕集される。装置(1)の運転時は、プラズマ触媒反応器(20)の放電電極(21)と対向電極(22)の間でストリーマ放電が生じており、集塵フィルタ(11)で塵埃が除去された空気は、両電極(21, 22)の間の放電場(D)を通過する。

【0052】上記被処理空気は、放電場(D)を通過すると、ストリーマ放電の作用により活性化され、処理部材(23)の触媒上で同様に活性化された有害物質や臭気物質と活性種が効率よく反応して、これらの物質を分解除去する。このため、空気中の有害物質や臭気物質は、プラズマと触媒の相乗効果によって素早く分解される。

【0053】具体的には、触媒に含まれているMn酸化物は、放電により発生するオゾン酸素と活性酸素に分解する。この活性酸素は、被処理流体の有害成分や臭気成分を酸化して無害成分や無臭成分に分解する。また、オゾンの分解により得られた活性酸素を始め、ヒドロキシラジカルなどのラジカルや、励起酸素分子（活性酸素）、励起窒素分子、励起水分子などの各種活性種は、触媒手段(23)に含まれる上記の特定酸化物の表面や、Mn酸化物と特定酸化物の界面に活性種のまま吸着される。このため、触媒の表面には活性の高い活性種が活性基として多く存在することになり、被処理空気中の有害成分や臭気成分が従来の触媒を使用する場合よりも高速に分解されることになる。

【0054】さらに、処理部材(23)には吸着剤も含まれているため、被処理空気中の有害物質や臭気物質が吸着剤に吸着され、低温プラズマにより発生する活性種がこれらの成分に確実に作用して、分解処理を促進する。つまり、触媒と吸着剤とを一つの処理部材(23)に含ませるようにしたことによって、より安定した処理が行われる。

【0055】—実施形態1の効果—

本実施形態1によれば、マンガン酸化物と、上記特定酸化物である鉄、セリウム、ユーロピウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物との混合物または複合酸化物を含有する触媒を用いるようにしたこと、低温プラズマにより発生する種々の活性種が空気浄化を行う際の処理に有効に利用され、被処理空気を処理する際の化学反応を飛躍的に促進することができる。また、ストリーマ放電を広範囲で起こすようにして、活性種が広範囲で多く生成されるようにしていることから、処理を促進することができる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力を高めることができるため、空気浄化装置(1)としての能力も高めることができる。

【0056】また、触媒物質中、Mn酸化物の組成比を20%～50%に設定することにより、Mn酸化物とその他の特定酸化物とが分散して微細化し、触媒の比表面積が増大するため、Mn酸化物と特定酸化物の界面が増えて触媒がより多くの活性種を吸着する。さらに、Mn酸化物と特定酸化物を含む触媒を共沈法で調製することによっても、Mn酸化物と特定酸化物が微細化して触媒の比表面積が増大する効果があるため、Mn酸化物と特定酸化物の界面が増えて多くの活性種を吸着できるとなり、さらに活性が向上する。

【0057】また、触媒を共沈法で調製することにより、MnO₂に加えてMn₂O₃などの酸化数の異なるマンガン酸化物も触媒に含まれることになり、処理の際により多くの種類の活性種を利用することができるため、活性がさらに向上する。さらに、触媒を共沈法で調製することにより、Mn酸化物と特定酸化物との複合酸化物が特にMn酸化物と特定酸化物の界面に多く生成される

ので、Mn酸化物(MnO₂, Mn₂O₃)や特定酸化物(Fe₂O₃, CeO₂)とは酸化数の異なる複合酸化物(MnCeFe₂O₄)も得ることができ、より多くのラジカルを利用することができる。

【0058】また、マンガン以外の物質としてセリウムを用いると、その酸化物であるCeO₂が酸素吸蔵能力を有するため、触媒上で反応に供することができる酸素の量が増大する。このため、Ceを用いない場合と比べて反応時の活性を高められる。さらに、ユーロピウム、ランタン、または銅などを添加した場合でもより多くの種類の活性種を利用できるので活性がさらに高くなり、反応を促進することができる。

【0059】

【発明の実施の形態2】上記実施形態1は、ストリーマ放電により生成される低温プラズマに、マンガン酸化物と鉄やセリウム等の特定酸化物とを含む触媒を組み合わせたプラズマ触媒反応器(20)を用いて、被処理空気中の臭気成分または有害成分を酸化分解により処理して空気を浄化する空気浄化装置(1)を構成したものであるが、本発明のプラズマ触媒反応器(20)は、被処理ガス中の窒素酸化物を還元分解などにより処理する窒素酸化物浄化装置(2)に適用することもできる。この場合、触媒には、実施形態1で説明した触媒物質の中から、窒素酸化物の処理に適したものが選定される。

【0060】図4には、窒素酸化物浄化装置(2)の断面構造を模式的に示している。この窒素酸化物浄化装置(2)は、ケーシング(10)の一对の側壁にガス導入口（実施形態1の空気吸込口に相当する）(15)とガス排出口（同じく空気吹出口に相当する）(16)とを有し、ケーシング(10)内にはガス導入口(15)に沿って集塵フィルタ(11)が配置されている。また、プラズマ触媒反応器(20)は、上述と同様、放電電極(21)と対向電極(22)の間に、マンガン酸化物と特定酸化物とを含む触媒を担持したハニカム状の処理部材(23)が配置された構造になっている。

【0061】この装置(2)では、ケーシング(10)内にファンが設けられていない。そして、この装置(2)では、被処理成分として窒素酸化物を含有する被処理ガスの流れに上記ガス導入口(15)とガス排出口(16)の向きを合わせてケーシング(10)を配置することで、被処理ガスが放電場(D)を通過するようにしている。

【0062】この窒素酸化物浄化装置(2)では、窒素酸化物を含有する被処理ガスがガス導入口(15)からケーシング(10)内に導入され、ストリーマ放電による放電場(D)を通過する。したがって、被処理ガスがプラズマにより活性化され、そのガス中に含まれる活性種が処理部材(23)を通過するときに、触媒上で窒素酸化物を窒素ガスに還元する。

【0063】この実施形態2においても、触媒物質を特定したことで、低温プラズマにより生成する種々の活性

種が空気浄化を行う際の処理に有効に利用され、被処理ガスを処理する際の化学反応を飛躍的に促進することができる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力を高めることができるため、窒素酸化物浄化装置(2)としての能力も高めることができる。

【0064】—実施形態2の変形例—

(変形例1) 上記実施形態2は、ストリーマ放電による放電プラズマを用いたプラズマ触媒反応器(20)を窒素酸化物浄化装置(2)に適用した例であるが、このプラズマ触媒反応器(20)は、燃焼排ガス浄化装置(3)に適用することもできる。燃焼排ガス浄化装置(3)は、燃焼排ガス中の窒素酸化物を還元分解などにより処理するとともに、未燃燃料及びハイドロカーボンを酸化分解により処理するものである。この場合、触媒には、実施形態1で説明した触媒物質の中から、窒素酸化物の還元と未燃燃料及びハイドロカーボンの酸化に適したものが選定される。

【0065】この燃焼排ガス浄化装置(3)の構成は、上記窒素酸化物浄化装置(2)とともに図4に示しており、構成は同じで適用対象のみが異なっている。このため、燃焼排ガス浄化装置(3)の構成についての具体的な説明は省略するが、この装置(3)においても、触媒物質を特定することで、低温プラズマ状のガスに含まれる活性種を有効に利用して化学反応を促進するようにしているので、被処理ガスの処理性能を大幅に高められる。

【0066】(変形例2) 本発明のプラズマ触媒反応器(20)は、空気浄化装置(1)、窒素酸化物浄化装置(2)、及び燃焼排ガス浄化装置(3)の他に、ダイオキシン分解装置(4)に適用することもできる。ダイオキシン分解装置(4)は、燃焼排ガス中のダイオキシンを酸化分解により処理するものである。この場合、触媒には、実施形態1で説明した触媒物質の中から、ダイオキシンの酸化分解に適したものが採用される。

【0067】このダイオキシン分解装置(4)も、窒素酸化物浄化装置(2)等と同様の装置構成とすることができる。この装置(4)においても、本発明の特徴とする触媒を用いることで低温プラズマ状のガスに含まれる活性種を有効に利用して化学反応を促進することにより、被処理ガスの処理性能を大幅に高められる。

【0068】(変形例3) さらに、本発明のプラズマ触媒反応器(20)は、空気浄化装置(1)、窒素酸化物浄化装置(2)、燃焼排ガス浄化装置(3)、及びダイオキシン分解装置(4)の他に、フロンガス分解装置(5)に適用することもできる。フロンガス分解装置(5)は、フロンガスを放電手段(21,22)の放電場(D)及び処理部材(23)に通過させることにより、該フロンガスを分解するものである。この場合、触媒には、実施形態1で説明した触媒物質の中から、フロンガスの分解に適したものが採用される。

【0069】このフロンガス分解装置(5)も、窒素酸化

物浄化装置(2)等と同様の装置構成とすることができ。そして、この装置(5)においても、本発明の特徴とする触媒を用いることで低温プラズマにより発生する活性種を有効に利用して化学反応を促進することができるので、被処理ガスの処理性能を大幅に高められる。

【0070】

【発明の実施の形態3】 本発明の実施形態3は、プラズマ触媒反応器(20)において、放電方式を上記各実施形態とは変更して、パルスコロナ放電により低温プラズマを発生させるようにしたものである。つまり、上記実施形態1及び実施形態2においては、電極(21,22)間において円錐状の広い領域でストリーマ放電を起こすようにしているのに対して、この実施形態3では、それよりも狭い柱状の領域でパルスコロナ放電を起こすようにしている。なお、パルスコロナ放電もストリーマ放電の一種であるが、実施形態1、2と区別するため、ここでは特にパルスコロナ放電という。この実施形態3では、図5に基づいて、放電手段(21,22)の構成についてのみ説明する。

【0071】この実施形態3では、放電電極(21)として棒状電極が用いられている。この棒状電極は、仮想線で示すように、実施形態1と同様にメッシュ材やパンチングメタルなどの電極板に複数本が固定されている。また、対向電極(22)には、上記実施形態1と同様にメッシュ材やパンチングメタルなどの開口部を持った板状電極が用いられている。そして、両電極(21,22)には、図示しないパルス電源(24)が接続されており、放電電極(21)と対向電極(22)の間でパルスコロナ放電が生じるようにしている。

【0072】なお、本実施形態のパルスコロナ放電による放電場(D)は、上記各実施形態で説明したストリーマ放電の放電場(D)よりも狭い柱状の領域となっているため、放電電極(21)としての線状電極は、実施形態1の針電極(21a)よりも密に配置するとよい。

【0073】このように両電極(21,22)間でパルスコロナ放電を起こすように構成しても、放電場(D)には低温プラズマにより活性種が生成される。この活性種には、プラズマ触媒反応器での反応を促進する高速電子、イオン、オゾン、ヒドロキシラジカルなどのラジカルや、その他の励起分子(励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子など)が含まれる。

【0074】処理部材(23)は、実施形態1と同様に、両電極(21,22)の間に形成される放電場(D)中で対向電極(22)の近傍に配置され、触媒には、実施形態1と同様のものが用いられる。このため、低温プラズマにより生成する種々の活性種が空気浄化を行う際の処理に有効に利用されるので、被処理空気などを処理する際の化学反応を飛躍的に促進することができる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力を高めることができるため、空気浄化装置(1)などの能力も高めることができ

る。

【0075】なお、低温プラズマを発生させる放電方式としては、以上説明したストリーマ放電とパルスコロナ放電の他に、コロナ放電、沿面放電、無声放電、部分放電、またはグロー放電などの放電方式を採用してもよい。そこで、これらの放電方式について以下に簡単に説明する。

【0076】—実施形態3の変形例—

(変形例1) まず、プラズマ触媒反応器(20)の放電方式として、コロナ放電の例について、図6を参照して説明する。また、この放電方式を採用する場合、例えば空気浄化装置(1)は図7に示すように構成することができる。

【0077】この例では、放電電極(21)と対向電極(22)には、それぞれ板状の電極板が用いられており、両電極(21,22)には、図示していないが面直角方向に空気が通過するように多数の開口が設けられている。例えば、各電極(21,22)には、メッシュ材やパンチングメタルなどを用いることができる。また、両電極(21,22)には直流や交流の高圧電源(図示せず)が接続されて、放電電極(21)と対向電極(22)の間でコロナ放電が生じるように構成されている。

【0078】なお、放電電極(21)には、対向電極側の面に微小な突起を形成しておくことが好ましく、そうすることにより放電を安定して起こすことができる。

【0079】さらに、両電極(21,22)の間には、上述の各実施形態と同様の触媒(上記Mn酸化物と特定酸化物)を含む処理部材(23)が配置されている。処理部材(23)は、両電極(21,22)の間に形成される放電場(D)中で、対向電極(22)の近傍に配置されている。

【0080】また、図7に示すように、空気浄化装置(1)は、ケーシング(10)内に、プラズマ触媒反応器(20)と集塵フィルタ(11)と遠心ファン(12)とが設けられ、空気吸込口(15)から吸い込んだ空気を処理して空気吹出口(16)から吹き出すように構成されている。

【0081】このようにコロナ放電を採用した場合でも、放電場(D)には低温プラズマにより活性種が発生する。そして、活性種には、電子、イオン、オゾン、ヒドロキシラジカルなどのラジカルや、その他の励起分子(励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子など)が含まれる。したがって、本発明の特徴とする触媒を用いることにより、低温プラズマにより発生する種々の活性種を空気浄化の際の処理に有効に利用できるので、被処理空気を処理する際の化学反応を飛躍的に促進することができ、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力、ひいては空気浄化装置(1)の処理能力を高めることができる。

【0082】なお、この例では空気浄化装置(1)について説明したが、コロナ放電により低温プラズマを発生させるプラズマ触媒反応器(20)も、上述と同様に、窒素酸化物浄化装置(2)、燃焼排ガス浄化装置(3)、ダイオキ

シン分解装置(4)、及びフロンガス分解装置(5)などに適用することが可能である。

【0083】また、電源には、直流や交流の高圧電源に代えて、パルス高電圧電源を用いてもよい。パルス高電圧電源を用いると、より高エネルギーで放電が生じるようにすることができるため、その放電場(D)に生成される低温プラズマの活性をより高めることができる。そして、これら活性種が触媒の存在下で被処理空気の有害成分などと反応し、これらの成分を分解するので、より高い処理性能を得ることができる。

【0084】このようにパルス高電圧を用いて低温プラズマを発生させるとともに、本発明の特徴とする触媒をこの低温プラズマと組み合わせて被処理流体を処理すると、被処理空気を処理する際の化学反応を飛躍的に促進することができる。そして、活性種を有効に利用することでプラズマ触媒反応器(20)の処理能力を大幅に高めることができるため、空気浄化装置(1)などの能力も大幅に高めることができる。

【0085】(変形例2) 次に、プラズマ触媒反応器(20)で低温プラズマを発生させる放電方式としては、沿面放電を採用してもよい。この放電方式の例について、図8に基づいて説明する。

【0086】この変形例2では、放電手段(21,22)として、セラミックなどの誘電体基板(25a)からなる電極板(25)が用いられている。この電極板(25)には、上記誘電体基板(25a)の内部と表面とに、放電電極(21)及び対向電極(22)が設けられている。そして、図示しない電源から両電極(21,22)間に高周波交流電圧(または高周波パルス電圧)を印加することで沿面放電を発生させ、被処理空気や被処理ガスをプラズマ化するようにしている。

【0087】この場合、電極板(25)の周囲全面が放電場(D)となり、この放電場(D)で低温プラズマが生成され、活性種が放出される。そして、この電極板(25)の下流側に上記各実施形態で説明した触媒を含む処理部材(23)が配置されており、プラズマにより発生する活性種が処理部材(23)へ供給されるようにしている。

【0088】この変形例2においても、処理部材(23)には上記各実施形態と同様の触媒物質を用いるようにしているので、低温プラズマにより発生する活性種を有効に利用して被処理空気(または被処理ガス)を処理することができる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力を高めることができるため、この反応器(20)を適用する空気浄化装置(1)などの能力も大幅に高めることができる。

【0089】(変形例3) 実施形態3の変形例3は、プラズマ触媒反応器(20)において、放電方式として無声放電を採用したものである。この変形例3では、図9に基づいて放電手段(21,22)の構成のみを説明する。

【0090】このプラズマ触媒反応器(20)では、放電電

極(21)と対向電極(22)は、それぞれ板状電極により構成されている。放電電極(21)と対向電極(22)にはそれぞれ絶縁板(26)が積層され、両電極(21,22)は、絶縁板(26,26)を内側にして対向配置されている。そして、両電極(21,22)には、高周波交流電圧(または高周波パルス電圧)を印加する高圧電源(図示せず)が接続されている。

【0091】また、放電電極(21)と対向電極(22)は、その間を被処理流体が流れるように被処理流体の流れ方向とほぼ平行に配置されている。そして、放電電極(21)と対向電極(22)の間に形成される放電場(D)の下流側に、上記各実施形態で説明した触媒物質を含む処理部材(23)が配置されている。

【0092】この構成においては、両電極(21,22)間に高周波交流電圧または高周波パルス電圧を印加すると、絶縁板(26)を介して無声放電の放電場(D)が形成される。そして、この無声放電により様々な活性種が生成され、活性種が処理部材(23)へ流れて行く。したがって、活性種が触媒の存在下で被処理空気の有害成分などと効率よく反応し、これら成分を分解する。

【0093】この例においても、上述と同様の触媒物質を用いるようにしているので、低温プラズマにより発生する活性種を有効に利用して被処理空気(または被処理ガス)の処理を行うことができ、その際の化学反応を飛躍的に促進することができる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力を高めることができるため、この反応器(20)を適用する空気浄化装置(1)などの能力も大幅に高めることができる。

【0094】(変形例4)実施形態3の変形例4は、プラズマ触媒反応器(20)において、放電方式として部分放電を採用したものである。この例では、図10に基づいて放電手段(21,22)の構成のみを説明する。

【0095】このプラズマ触媒反応器(20)では、放電電極(21)は線状電極により構成され、対向電極(22)は放電電極(21)を中心として配置された筒状(円筒状)電極により構成されている。両電極(21,22)には、高周波交流電圧(または高周波パルス電圧)を印加する高圧電源(図示せず)が接続されている。この構成では、円筒状の対向電極(22)の内部に放電場(D)が形成されることになる。なお、放電電極(21)には、図の線状電極よりも太い円筒状(または棒状)の電極を用いてもよい。

【0096】上記対向電極(22)の内部には、本発明の特徴とする上記の触媒物質(マンガニ酸化物、及び鉄やセリウムなどの特定酸化物)を含む触媒粒子(23)が充填されている。つまり、触媒粒子(23)は放電場(D)の中に配置されており、プラズマ触媒反応器(20)は、いわゆるバックドベッド反応器の形態をとっている。触媒粒子(23)は、チタン酸バリウム等の強誘電体粒子の表面に、上記触媒物質を担持したものである。

【0097】この構成において、両電極(21,22)間に高

周波交流電圧または高周波パルス電圧を印加すると、強誘電体の触媒粒子(23)を介して放電電極(21)から対向電極(22)に向かって部分放電が生じ、その放電場(D)には様々な活性種が生成される。生成された活性種は、触媒粒子(23)が有する上記触媒物質の存在下において活性の高い状態で被処理空気の有害成分などと反応し、これら成分を分解する。

【0098】この例においても、上述と同様の触媒物質を用いるようにしているので、低温プラズマにより発生する活性種を有効に利用して被処理空気(または被処理ガス)の処理を行うことができ、その際の化学反応を飛躍的に促進することができる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力を高めることができるため、空気浄化装置(1)などに反応器(20)を適用する場合の能力も大幅に高めることができる。

【0099】(変形例5)実施形態3の変形例5は、プラズマ触媒反応器(20)において、放電方式としてグロー放電を採用したものである。この例では、図11に基づいて放電手段(21,22)の構成のみを説明する。

【0100】この例では、放電電極(21)として棒状電極が用いられており、対向電極(22)には、メッシュ材やパンチングメタルなどの開口部を持った板状電極が用いられている。そして、両電極(21,22)には、高圧電源(図示せず)が接続されており、放電電極(21)における対向電極(22)寄りの端部でグロー放電が生じるようにしている。この場合、放電電極(21)における対向電極(22)側の先端部に放電場(D)が形成される。

【0101】このように両電極(21,22)によってグロー放電を起こすように構成しても、放電場(D)には活性種が生成される。この活性種には、上述の各放電方式と同様に、プラズマ触媒反応器(20)での被処理流体の処理反応を促進する高速電子、イオン、オゾン、ヒドロキシラジカルなどのラジカルや、その他の励起分子(励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子など)が含まれる。

【0102】処理部材(23)は、上述のそれぞれの例と同様に両電極(21,22)の間で対向電極(22)の近傍に配置され、触媒にも実施形態1と同様のものが用いられている。このため、低温プラズマにより発生する種々の活性種が、空気浄化を行う際の処理に有効に利用されるので、被処理空気を処理する際の化学反応を飛躍的に促進することができる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力を高めることができるため、空気浄化装置(1)などの能力も高めることができる。

【0103】

【実施例】次に、プラズマ触媒反応器(20)において、本発明の特徴とする触媒を用いた実施例と従来の触媒を用いた比較例1,2について、被処理流体の処理性能を比較対照しながら説明する。

【0104】まず、実施例の触媒には、実施形態1で説明したように、マンガニ、鉄及びセリウムからなる触媒

を共沈法で調製し、これをハニカム状基材(23a)から構成された処理部材(23)に使用した。この実施例の触媒におけるマンガン、鉄及びセリウムの組成比は、それぞれ30%、60%及び10%であった。

【0105】また、比較例1の触媒には、従来より低温プラズマと組み合わせて用いられている触媒として、市販の酸化マンガン系触媒を用いた。この触媒はマンガンをアルミニウムとを含み、マンガンを及びアルミニウムの組成比は、それぞれ60%及び40%であった。

【0106】また、比較例2の触媒には、従来より低温プラズマと組み合わせて用いられている触媒として、市販の白金系触媒を用いた。この触媒は白金とアルミニウムとを含み、白金及びアルミニウムの組成比は、それぞれ0.5%及び99.5%であった。

【0107】次に、上記実施例及び比較例1、2の触媒を用いて行った実験について説明する。まず、実験には、反応部が図12に示すように構成された実験装置を使用した。この実験装置は、ストリーマ放電を発生させるように構成されている。この装置において、放電電極(21)は、直径2mm、長さ8mmの真鍮の針電極(21a)を、17.5mmの間隔で横に3本並べ、各針電極(21a)の列を20mmの間隔で縦に2段に配置した構成とした。また、対向電極(22)には、61×80mmのステンレスメッシュ材を用いた。そして、放電電極(21)と対向電極(22)のギャップを22mmとし、針電極(21a)とステンレスメッシュ材の対向電極(22)とが直角になるように配置し、直流高電圧(20Kv)を印加する構成とした。

【0108】また、上記実施例及び比較例1、2の各触媒を厚さが10mmのハニカム状の処理部材(23)に担持したものを放電電極(21)と対向電極(22)との間で対向電極(22)に密着するように配置し、針電極(21a)の先端と処理部材(23)とのギャップを12mmに設定した。針電極(21a)の先端は、図13に示すように先端部を60°の削り角(θ)で削ったものとし、最先端は半径Rが0.5mmの球面形状として僅かな丸みを有するものとした。

【0109】このように針電極(21a)の先端角度(θ)を約60度に設定すると、上記実施形態1において説明したように、放電電極(21)から対向電極(22)に向かってフレア状に広がる広い範囲でストリーマ放電が発生する。

【0110】以上の装置構成において、トルエン100ppmを含む被処理流体を3種類の空間速度(1000h⁻¹、2000h⁻¹、5000h⁻¹)で実験装置に導入して、20Kvの電圧を印加したときの反応物の減衰量及び生成物の増加量をそれぞれ測定し、各触媒の臭気成分に対する酸化分解特性(処理特性)を調べた測定結果を図14のグラフに示している。

【0111】図14によれば、本実施例の触媒は、従来触媒である比較触媒1、2と比較して分解効率が高いことから、その活性が非常に高いことが分かる。具体的には、発明触媒は空間速度が1000h⁻¹のときに一過

性で70%以上の酸化分解性能を有しており、市販白金系触媒の約1.5倍、市販マンガ系触媒の約2倍の性能を有している。

【0112】以上のことから、本実施例の触媒を用いると、プラズマ触媒反応器(20)において被処理流体を処理する際の化学反応を促進し、処理性能を大幅に高められることが分かる。

【0113】

【発明のその他の実施の形態】本発明は、上記実施形態について、以下のような構成としてもよい。

【0114】例えば、実施形態1(図1～図3)、実施形態2(図4)、実施形態3(図5)、及び実施形態3の変形例1(図6)では、処理部材(23)を放電電極(21)と対向電極(22)の間に形成される放電場(D)中で対向電極(22)の近傍に配置しているが、処理部材(23)は、実施形態3の変形例2(図8)、同変形例3(図9)、及び同変形例5(図11)などと同様、図15に示すように放電場(D)の下流側に配置してもよい。

【0115】また、図10の部分放電方式において、筒状の対向電極(22)の中に触媒粒子を充填する代わりに、図16に示すように、該対向電極(22)内に本発明の触媒物質を有する円筒形状のハニカム状処理部材(23)を装着してもよい。この場合、図10の例に比べて通風抵抗が小さくなり、処理ガス量を増やすことができる。

【0116】また、図17に示すように、線状電極(放電電極)(21)を中心として、触媒粒子またはハニカム処理部材(23)、円筒状ガラス管(絶縁管)(27)、及び筒状電極(対向電極)(22)を、内側から順に重ねるように配置してもよい。この場合、処理部材(23)の基材には強誘電体を用いられる。このように構成すると、放電電極(21)から放出された電子がハニカム状の処理部材(23)を介して径方向外側へ移動し、ガラス管(27)の内面に電荷が溜まると、該電荷が電位差を小さくする作用をするので、スパークに至らずに安定した放電を発生させることができる。

【0117】そして、これらの図16及び図17の場合も、上記と同様に本願発明の特徴とする触媒を使用することにより、低温プラズマにより発生する活性種を有効に利用して被処理流体の化学反応を促進することができるので、反応器(20)の処理性能を高めることが可能となる。

【0118】なお、図16、図17の例では、パルス電源を用いてもよいし、交流電源を用いてもよい。

【0119】一方、上記実施形態では、処理部材(23)が触媒手段と吸着手段の両方の機能を有するものとして構成しているが、触媒手段を構成する第1の処理部材と、吸着手段を構成する第2の処理部材とを分けた構成として、これらの処理部材を放電場(D)中またはその下流側に別々に配置してもよい。

【0120】また、上記各実施形態では、プラズマ触媒

反応器(20)を空気浄化装置(1)、窒素酸化物浄化装置(2)、及び燃焼排ガス浄化装置(3)などに適用した例について説明したが、このプラズマ触媒反応器(20)は、空気調和装置や生ゴミ処理機など、被処理流体を処理する他の装置にも適用することが可能である。

【0121】さらに、上記実施例では、触媒として、マンガン、鉄、セリウムにより構成したものをを用いるようにしているが、本発明で使用する触媒は、マンガン酸化物と、鉄、セリウム、ユーロピウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物との混合物または複合酸化物を含有したものであればよい。

【0122】また、上記実施形態では、針電極(21)の先端形状を特定した電極構成において直流の高電圧を印加して広い領域でストリーマ放電を発生させるようにしているが、針電極の先端形状に拘わらず、パルスの高電圧電源を用いるとストリーマ放電を広い領域で生成することが可能となる。

【0123】具体的には、例えばパルスの立ち上がり時間が100ns以下程度と短く、パルス幅が1 μ s以下程度の急峻なパルス高電圧を両電極間に印加すると、対向電極側に向かってフレア状に広がった比較的に広い範囲でストリーマ放電を起こすことができる。このようにパルス波形を特定するとストリーマ放電が広い領域で生成される理由としては、①電圧の印加時間が短いために、通常の放電ではスパークに至ってしまうような高い電圧を瞬間的に印加できること、②印加電圧を高くすると全ての場所で放電が起きやすくなること、③電圧立ち上がりが急峻なために空間電荷効果による放電の抑制が少ないこと、④立ち上がり時間が短いために一様な放電が起きやすいことなどを挙げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係るプラズマ触媒反応器を備えた空気浄化装置の構造図である。

【図2】図1の空気浄化装置におけるプラズマ触媒反応器の構成と放電方式(ストリーマ放電)を模式的に示す断面図である。

【図3】図1の空気浄化装置におけるプラズマ反応器の構成を模式的に示す斜視図である。

【図4】実施形態2に係る窒素酸化物浄化装置の構成を模式的に示す図である。

【図5】実施形態3に係るプラズマ触媒反応器の放電方

式(パルスコロナ放電)を示す模式図である。

【図6】実施形態3の第1の変形例に係るプラズマ触媒反応器の放電方式(コロナ放電)を示す模式図である。

【図7】図6のプラズマ触媒反応器を適用した空気浄化装置の構成を模式的に示す断面図である。

【図8】実施形態3の第2の変形例に係るプラズマ触媒反応器の放電方式(沿面放電)を示す模式図である。

【図9】実施形態3の第3の変形例に係るプラズマ触媒反応器の放電方式(無声放電)を示す模式図である。

【図10】実施形態3の第4の変形例に係るプラズマ触媒反応器の放電方式(部分放電)を示す模式図である。

【図11】実施形態3の第5の変形例に係るプラズマ触媒反応器の放電方式(グロー放電)を示す模式図である。

【図12】実施例における実験装置の概略構成図である。

【図13】図3の実験装置における放電電極の先端形状を示す拡大図である。

【図14】実施例の実験結果を示すグラフである。

【図15】処理部材を放電場の下流側に配置する変形例を示す図である。

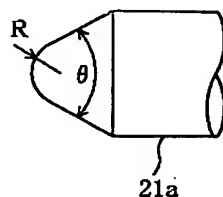
【図16】図10の部分放電方式の変形例を示す図である。

【図17】図10の部分放電方式の第2の変形例を示す図である。

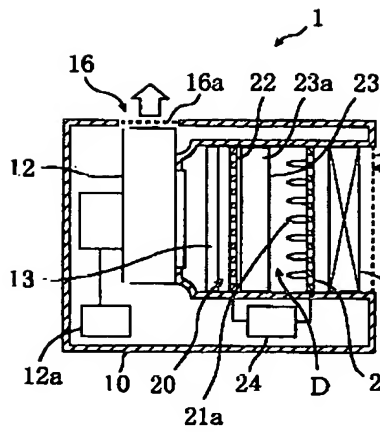
【符号の説明】

- (1) 空気浄化装置
- (2) 窒素酸化物浄化装置
- (3) 燃焼排ガス浄化装置
- (4) ダイオキシン分解装置
- (5) フロンガス分解装置
- (10) ケーシング
- (11) 集塵フィルタ
- (12) 遠心ファン
- (15) 空気吸込口(ガス導入口)
- (16) 空気吹出口(ガス排出口)
- (20) プラズマ触媒反応器
- (21) 放電電極
- (22) 対向電極
- (23) 処理部材(触媒手段、吸着手段)
- (24) 高圧電源

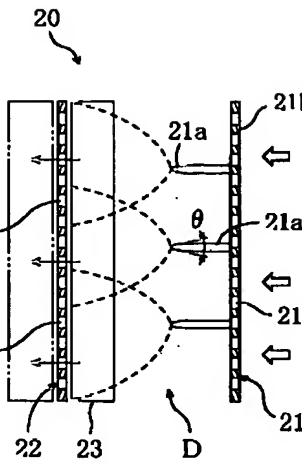
【図13】



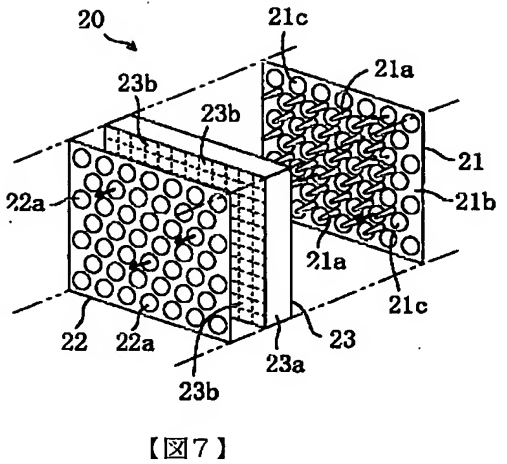
【図1】



【図2】



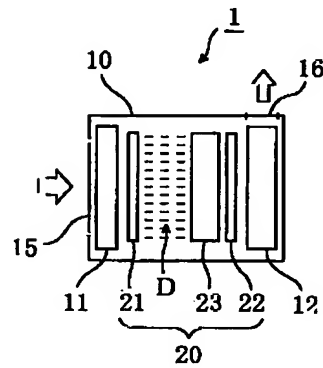
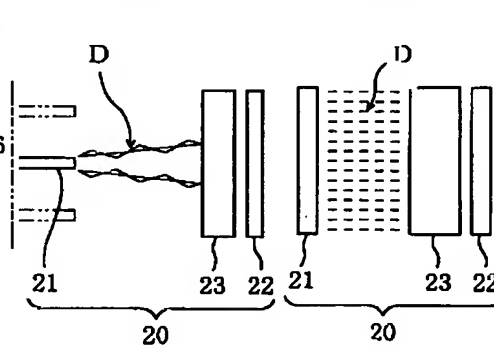
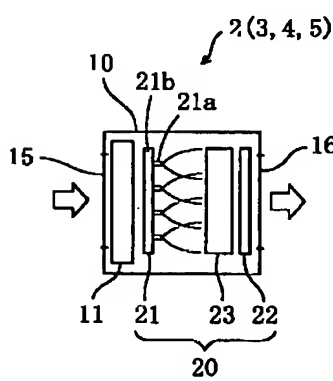
【図3】



【図4】

【図5】

【図6】

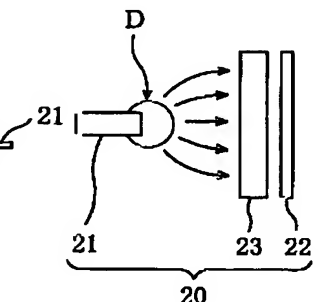
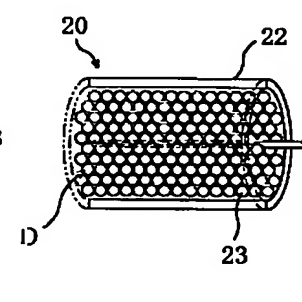
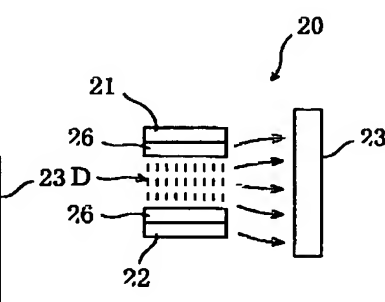
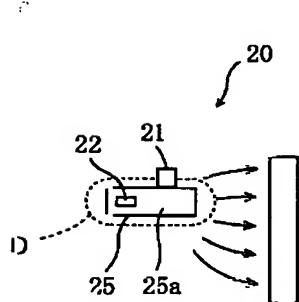


【図8】

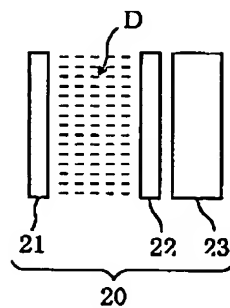
【図9】

【図10】

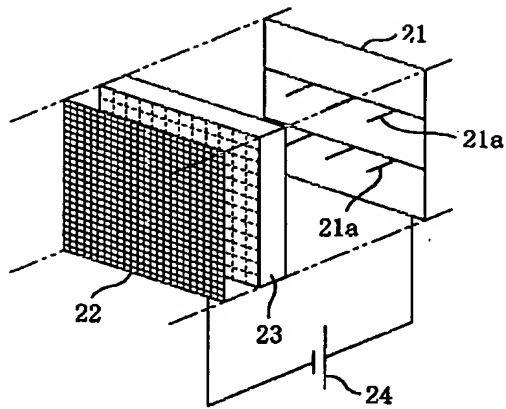
【図11】



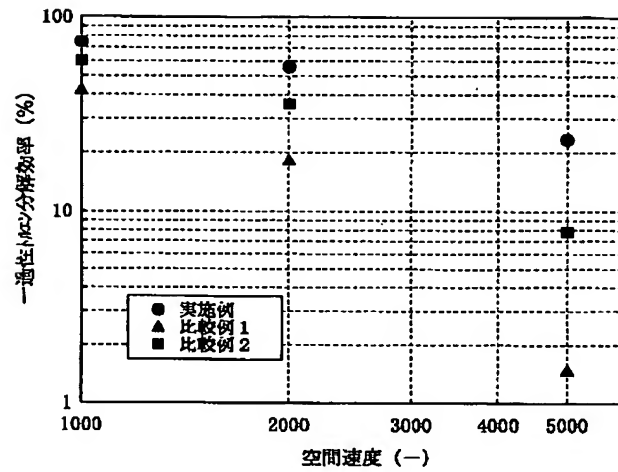
【図15】



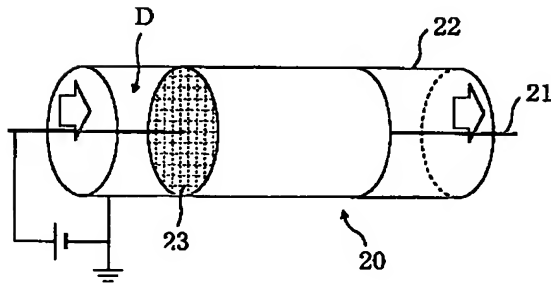
【図12】



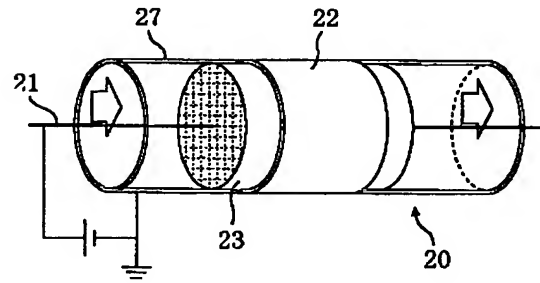
【図14】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

C 0 7 D 319/24

H 0 5 H 1/48

識別記号

F I

B 0 1 D 53/36

B 0 1 J 23/84

(参考)

B

3 1 1 A

(72)発明者 茂木 完治

大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業
株式会社堺製作所金岡工場内

Fターム(参考) 4C080 AA07 BB02 BB10 CC01 HH05
JJ03 KK02 MM02 QQ01
4D048 AA06 AA11 AA18 AB03 BA18X
BA19X BA28X BA35X BA36X
BA42X BB02 EA03
4G069 AA03 AA08 BB06A BB06B
BC31A BC31B BC42A BC42B
BC43A BC43B BC44A BC44B
BC62A BC62B BC66A BC66B
CA10 CA13 CA15 CA19 DA06
EA19 FB09
4G075 AA03 AA37 BA05 CA15 CA16
CA17 CA18 CA54 DA02 EB01
EB21 EB42 EB43 EC21 FA03
FA08 FC15